

PROPOSTA DE SUBSTITUIÇÃO DE UM EQUIPAMENTO A PARTIR DE ANÁLISE ECONÔMICA

André Luiz Emmel Silva
andresilva@unisc.br

Daniel Augusto Hoppe
danielhoppe@unisc.br

Fábio Pires
fabioignpires@hotmail.com



Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise de viabilidade econômica da proposta de substituição de uma esteira no processo de espalhamento e separação de cortes de frango em uma indústria frigorífica situada no município de Lajeado/RS. A pesquisa utilizou o método de estudo de caso, com objetivo exploratório, de tipologia aplicada, baseada em uma abordagem quantitativa. Este método foi detalhado a partir de informações dos custos com mão de obra, manutenção e consumo de energia elétrica do equipamento atual, comparados com o equipamento proposto. Com isso, foi elaborado um fluxo de caixa, calculando o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e payback descontado. Foi constatada a viabilidade econômica de substituição do equipamento atual, com um VPL positivo de R\$ 905.200,49 em 24 meses, TIR de 49% e o retorno do investimento em três meses.

Palavras-chave: Substituição de equipamentos, Viabilidade econômica, VPL, TIR, Payback

1. Introdução

Conforme Palhares *et al.* (2016), em todos os setores do mercado existe uma grande competitividade por bons resultados. Tendo em vista tal situação, as organizações buscam utilizar de forma eficaz a sua capacidade produtiva, do mesmo modo que a ampliação desta através de novos recursos tecnológicos, investimentos em novos ativos, automação ou substituição de equipamentos.

Segundo Machado e Francisco (2005) as organizações competem em um cenário crescentemente dinâmico e inovador, dessa forma exige uma adequação à novos métodos de trabalho. A competitividade e o avanço tecnológico tornaram o conhecimento e o tempo importantes diferenciais competitivos para a indústria. De acordo com Silveira, Hikichi e Salgado (2016), as mudanças no mercado atual ocorrem em altíssima velocidade, isto devido ao ambiente globalizado em que o mundo vive. Desta forma, para que as empresas permaneçam competitivas se faz necessário revisões periódicas em seus processos. Entretanto, conforme cita Ryba, Lenzi e Lenzi (2016), é importante realizar uma avaliação cautelosa antes da tomada de decisão de substituição de determinado ativo. Nesse contexto, seguem alguns exemplos que demonstram momentos que pode-se tomar a decisão de substituir determinada tecnologia.

Para substituição de um determinado equipamento, deve ser realizado uma análise econômica tendo como objetivo verificar a viabilidade de compra do novo ativo. Para Motta *et al.* (2009), a engenharia econômica é fundamental na avaliação de investimentos e finanças em geral. A tomada de decisão de investimento da empresa necessita muito das ferramentas de engenharia econômica, e somente a partir das mesmas é possível avaliar e diferenciar as oportunidades que se apresentam. Isso justifica a importância de se calcular o valor presente líquido, a taxa de retorno do investimento e o tempo de retorno do investimento.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise de viabilidade econômica da proposta de substituição de uma esteira no processo de produção de cortes de frango de uma indústria frigorífica, por uma calha vibratória.

2. Fundamentação teórica

2.1 Engenharia econômica

De acordo com Torres (2006), em nossas atividades encontramos diferentes alternativas para resolver um problema, e devemos optar sempre pela melhor, conforme um ou mais critérios. Sendo assim, a engenharia econômica proporciona instrumentos de comparação entre alternativas com base em valores monetários. Hummel e Taschner (1995), afirmam que em qualquer categoria de empresa será necessário tomar decisões, essas decisões indicam sempre o sentido de maximizar a curto, médio ou longo prazo o lucro da empresa. Dessa forma, permanentemente decisões estão sendo tomadas, como por exemplo: quando substituir suprimentos e materiais ou equipamentos obsoletos, se escolhe entre dois novos produtos pesquisados ou qual dos financiamentos apresentados é o mais econômico para a empresa.

Conforme Pilão e Hummel (2003), engenharia econômica pode ser considerada um conjunto de técnicas que possibilitam a comparação, de forma científica entre diferentes resultados, visando nortear para tomada de decisão. Nessa comparação, as diferenças que marcam as alternativas devem ser apresentadas, quando possível, em termos quantitativos. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (1998), um estudo econômico pode confirmar projetos tecnicamente viáveis. A engenharia econômica tem como objetivo a análise econômica de decisões sobre investimentos. E tem diversas aplicações, pois os investimentos poderão tanto ser de empresas, como de particulares ou de entidades governamentais.

2.2 Taxa mínima de atratividade (TMA)

De acordo com Pilão e Hummel (2003), a TMA evidencia o mínimo que um investidor dispõe-se a ganhar quando faz um investimento, ou o máximo que um tomador de dinheiro presta-se a pagar ao realizar um financiamento. Ela é formada, basicamente, a partir de três componentes, que fazem parte do cenário para tomada de decisão: (i) Custo de oportunidade: representa a remuneração que teríamos pelo nosso capital caso não o aplicássemos em nenhuma das alternativas de ação analisadas; (ii) Risco do negócio: o ganho tem que remunerar o risco inerente à adoção de uma nova ação; e (iii) Liquidez do negócio: pode ser descrita com a facilidade, a velocidade com que conseguimos sair de uma posição no mercado para assumir outra.

2.3 Fluxo de caixa

Conforme Torres (2006), muitos dos problemas da engenharia econômica abrangem receitas e despesas que acontecem em momentos de tempo diferentes, onde é adequado utilizarmos uma apresentação que possibilite visualizar cada situação. Para Bazzi (2016), o fluxo de caixa apresenta todas as entradas e saídas em um determinado período de tempo, classificando-os conforme suas respectivas incumbências, sendo: atividades operacionais, de investimento e de financiamentos. De acordo com Samanez (2007), o fluxo de caixa permite identificar a rentabilidade e a viabilidade econômica de um projeto. Assim, os fluxos de caixa representam a renda econômica gerada pelo projeto ao longo de sua vida útil. O fluxo de caixa é a principal matéria-prima para estimar o valor de uma empresa, medir a rentabilidade de um projeto de investimento, planejar as operações ou estabelecer a capacidade de pagamento de uma dívida.

2.4 Valor presente líquido (VPL)

Conforme Ferreira (2017), o VPL fundamenta-se na comparação entre fluxos diferentes apropriados para valores atuais, descontados pela TMA, e tem como vantagem a oportunidade de uma decisão direta. Se o VPL for superior a zero, pode-se investir no projeto, caso contrário, não. Todos os fluxos são parte integrante dos cálculos, até mesmo os valores residuais, comuns no caso de investimentos em equipamentos.

Samanez (2009) afirma que o VPL tem como objetivo calcular, em definições de valor presente, o efeito dos eventos futuros associados a uma possibilidade de investimento, e pode ser calculado pela equação 1:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

I: Investimento inicial;

\sum : Deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

FC: Fluxo de caixa no t-ésimo período;

K: Custo do capital;

2.5 Método da taxa interna de retorno (TIR)

Conforme Pilão e Hummel (2003), a TIR é aquela que possibilita descobrir a remuneração do investimento em termos percentuais. Encontrar a TIR de um investimento é constatar sua potência máxima, o percentual preciso de remuneração que o investimento disponibiliza.

De acordo com Samanez (2009), a TIR é a taxa de retorno do investimento, que matematicamente é uma taxa hipotética que anula o VPL, ou seja, é aquele valor de i^* que satisfaz a equação 2:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i^*)^t} = 0 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

I: Investimento inicial;

\sum : Deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

FC: Fluxo de caixa no t-ésimo período;

i: Taxa interna de retorno;

Critério de decisão: se $i^* > K$ projeto economicamente viável.

2.6 Payback e Payback descontado

De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (1998), o *payback* mensura o tempo essencial para que o somatório das parcelas iniciais seja igual ao investimento inicial. Esse método não leva em consideração a vida do investimento, e poderá ter obstáculos em sua aplicação quando o investimento inicial se der por mais de um ano ou quando os projetos confrontados tiverem investimento iniciais diferentes.

Referente ao *payback* descontado, Samanez (2009) afirma que é extremamente importante identificar o tempo de retorno de um investimento, ou seja, qual será o tempo até que o valor presente dos fluxos de caixas previstos equiparem ao investimento inicial. Se I representa o investimento inicial, FC_t o fluxo de caixa no período t e K o custo capital, o método *payback* descontado consiste, basicamente, em determinar o valor de T na equação 3:

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_1}{(1+K)^t} \quad \text{Eq. (3)}$$

2.7 As razões para substituir ativos

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (1998), a substituição de ativos é um conceito amplo que envolve desde a escolha de equipamentos similares, porém novos, visando substituir os existentes, até a avaliação de ativos que atuam de maneira totalmente distinta na realização da mesma função. De acordo com Hirschfeld (1998), as situações que cabem uma análise da possibilidade de substituição de determinado equipamento são: obsolescência física, elevado custo de manutenção e de operação devido ao desgaste do equipamento, o atual equipamento não atender as novas demandas da empresa, existência de alternativas tecnicamente melhores e oportunidade de locação de equipamentos similares.

Ferreira (2017) define que um mesmo equipamento tem dois tipos de vida: útil e econômica. A vida útil é, basicamente, o período no qual há a capacidade de seguir em funcionamento até que chegue o momento em que o próximo defeito ou problema seja absolutamente insanável. Já a vida econômica, por sua vez, é parecida com a vida útil, mas tem uma importante diferença, que é a de ser mais curta. Ela se caracteriza pelo período em que é viável financeiramente a manutenção daquele ativo, até o momento em que financeiramente não é mais justificável sua manutenção, pois os custos se elevariam a níveis insuportáveis. Ainda segundo o autor, para esse tipo de decisão, basicamente são feitos cálculos de valor presente líquido (VPL) e comparados os resultados, sendo verificada qual opção adotar, sempre tendo em vista que, nesse caso, tratamos somente dos aspectos econômico-financeiros, os quais, na prática, não são os únicos que influenciam na decisão.

De acordo com Pilão e Hummel (2003), a substituição de equipamento visando um progresso tecnológico está diretamente ligado a busca por reduções nos custos de mão-de-obra, melhora na performance dos produtos ou podem ser decorrentes aos investimentos associados ao lançamento de novos produtos.

3. Metodologia

Este trabalho tem como área escolhida a engenharia econômica, e o tema gestão de investimentos. O estudo limita-se a análise econômica durante o ano de 2017, da proposta de substituição de uma esteira, no processo de espalhamento e separação de cortes de frango à passarinho de uma indústria frigorífica. Limitando-se a montagem de fluxo de caixa considerando somente capital próprio, utilizando os seguintes cálculos matemático-financeiros: VPL, TIR e *payback* descontado. Foi considerado o tempo de produção máxima do equipamento atual e a instalação do equipamento proposto poderá ser realizado em 1 final de semana.

O estudo não tem como objetivo analisar tecnicamente o equipamento proposto, assim como para o cálculo de consumo de energia elétrica não foram consideradas paradas por quebras de máquina nem *setup*. Também não irá contemplar custo com rescisão ou remanejamento de pessoal, nem os riscos do projeto. Para a abordagem quantitativa foram utilizados dados documentais e o sistema SAP utilizado pela empresa. Para os cálculos de engenharia econômica, não foram utilizados amostragens estatísticas e sim uma realidade, sendo utilizados os seguintes cálculos matemático-financeiros: VPL, TIR e *payback* descontado.

3.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa foi classificada quanto à tipologia, objetivo, abordagem e procedimentos. Quanto a tipologia, o presente estudo foi classificado como aplicado, que, de acordo com Mascarenhas (2012), é utilizada para estudar o problema em um contexto, encontrando soluções para os desafios enfrentados nesse ambiente específico. Esse tipo de pesquisa é mais voltado à prática, mas também apoia-se em reflexões teóricas. Quanto ao objetivo, foi classificado como exploratória, que conforme Santos (2000), geralmente é a primeira aproximação de um tema e tem como objetivo desenvolver maior ligação a um fato ou fenômeno. Quase sempre busca-se essa familiaridade pela prospecção de materiais que vão demonstrar a importância do problema, como está o andamento das informações já disponíveis, e até mesmo, revelar ao pesquisador novas fontes de informação. Quanto a abordagem, é uma pesquisa quantitativa, pois segundo Mascarenhas (2012) esse tipo de pesquisa é baseado na quantificação para coletar e, mais tarde, tratar os dados obtidos. Casarin e Casarin (2012) reforçam que a pesquisa quantitativa, como o próprio nome indica, tem como objetivo principal quantificar ou mensurar uma ou mais variáveis estudadas. Para tanto,

explora uma metodologia com uso intensivo de modelos matemáticos. A partir da análise dos resultados, busca explicações ou soluções que esclareçam o fenômeno observado. Já quanto aos procedimentos, foram utilizados a pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso.

4. Desenvolvimento

4.1 Definição do problema

A empresa objeto do estudo localiza-se no estado do Rio Grande do Sul, possuiu 3.000 colaboradores e a principal atividade é o abatimento de aves e suínos. A capacidade produtiva máxima mensal é de 11.000.000 cabeças de aves e 105.600 cabeças de suínos.

O problema desse estudo é o processo de espalhamento e separação de cortes do frango à passarinho *in natura* ou temperado, sobre a esteira que o leva para o processo de congelamento no giro *freezer*. A esteira é alimentada em bateladas por um dosador, sendo necessário 3 colaboradores para espalhar e separar o produto sobre a esteira (Figura 1 - A). Pelo fato do processo de espalhamento e separação ser realizado manualmente, torna-se difícil manter um padrão de uniformidade dos cortes de frango sobre a esteira. Essa dificuldade faz com que os cortes grudem uns com os outros e formando blocos de carne durante o congelamento (Figura 1 - B), necessitando passar por um quebrador antes da pesagem na balança. Porém, dependendo do tamanho do bloco formado, o quebrador não consegue separar de forma eficaz e o produto acaba trancando no funil de entrada do pacote (Figura 1 - C), gerando uma parada na máquina embaladora e conseqüentemente reduzindo a produtividade do equipamento.

Figura 1 - A: Processo de espalhamento e separação; B: Bloco de carne; C: Funil Embalador



O fator ergonômico também interfere na atividade de espalhar e separar os cortes sobre a esteira antes do congelamento. Segundo dados do setor de ergonomia da empresa, a atividade está com 63 ações técnicas/minuto com membro direito e 95 ações técnicas/minuto membro esquerdo, ou seja, a frequência está acima do permitido pelo Ministério Público do Trabalho e Ministério do Trabalho e Emprego que são de 30/40 ações técnicas/minuto.

4.2 Análise econômica

Para realização da montagem do fluxo de caixa foram considerados somente recursos próprios, e foi avaliado um período de 24 meses. Após isso, foi solicitado orçamento do novo equipamento, uma calha vibratória, sendo que o custo de aquisição é de R\$ 92.050,38. Posteriormente, foram coletados dados referentes aos custos mensais de mão de obra (R\$ 45.027,00), manutenção (R\$ 78,67) e consumo de energia elétrica (R\$ 1.995,00) do equipamento atual. Os mesmos levantamentos foram realizados para o equipamento proposto. Referente ao custo de mão de obra, os mesmos serão eliminados, pois o equipamento proposto irá automatizar o processo de espalhamento e separação de cortes de frango. Já no que diz respeito ao custo de manutenção, o mesmo será extinto levando em consideração que o equipamento estará na garantia. Já o custo mensal de energia elétrica ficará em R\$ 2.415,00.

Em seguida foi definida a taxa mínima de atratividade. Para definição foi realizado um comparativo entre a taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) e a média de juros da poupança nos últimos 10 anos. O valor projetado da taxa Selic para 2018 é de 6,84% a.a até o momento, já a média da taxa de juros da poupança é de 7,31% a.a. Optou-se em utilizar na montagem do fluxo de caixa, a média da taxa de juros da poupança nos últimos 10 anos, pois é a que apresenta maior percentual. Com a obtenção dessas informações foi montado o fluxo de caixa, conforme demonstrado na tabela 1 através dos 4 primeiros meses.

Tabela 1 - Fluxo de caixa considerando somente capital próprio

Mês	0	1	2	3	4
Entradas de caixa					
Mão de obra (economia)	0	R\$ 45.027,00	R\$ 45.027,00	R\$ 45.027,00	R\$ 45.027,00
Manutenção (economia)	0	R\$ 78,67	R\$ 78,67	R\$ 78,67	R\$ 78,67
Saídas de caixa					
Aumento comparativo de energia elétrica	0	-R\$ 420,00	-R\$ 420,00	-R\$ 420,00	-R\$ 420,00
Saldo do caixa por período	-R\$ 92.050,38	R\$ 44.685,67	R\$ 44.685,67	R\$ 44.685,67	R\$ 44.685,67
Fluxo de Caixa Acumulado desconsiderando taxa de juros	-R\$ 92.050,38	-R\$ 47.364,71	-R\$ 2.679,04	R\$ 42.006,63	R\$ 86.692,30
Saldo de caixa descontado pós investimento	-R\$ 92.050,38	R\$ 44.423,57	R\$ 44.163,01	R\$ 43.903,98	R\$ 43.646,46
VPL do projeto em cada período	-R\$ 92.050,38	-R\$ 47.626,81	-R\$ 3.463,80	R\$ 40.440,18	R\$ 84.086,64
VPL	R\$ 905.200,49				
TIR	49%				
PAYBACK DESCONTADO	3 meses				
TMA (ao mês) poupança	0,590%				
TMA (ao ano) poupança	7,314%				
Taxa selic projetada 2018 mês	0,553%				
Taxa selic projetada 2018 ano	6,84%				

As entradas de caixa foram definidas como economia com mão de obra e manutenção, pois estes custos serão eliminados conforme explicado anteriormente. A saída de caixa foi definida como aumento comparativo de energia elétrica, de R\$ 420,00.

Referente ao cálculo do saldo de caixa por período, foram somados os valores das entradas de caixa (economia mão de obra e manutenção) e diminuído pela saída de caixa (aumento comparativo de energia elétrica), chegando no valor de R\$ 44.685,67, para cada período. Para o cálculo do fluxo de caixa acumulado (desconsiderando a taxa de juros) foi utilizado o valor do investimento -R\$ 92.050,38 e diminuído pelo saldo de caixa por período R\$ 44.685,67, resultando em -R\$ 47.364,71 no mês 1. Para calcular o fluxo de caixa acumulado (desconsiderando a taxa de juros) no mês 2, foi pego o valor do mês 1, -R\$ 47.364,71 e

diminuído pelo saldo de caixa por período R\$ 44.685,67, resultando no valor de –R\$ 2.679,04. Para calcular o saldo de caixa descontado pós investimento, foi utilizada a equação 4, descrita por Ferreira (2017).

$$PV = \frac{FV}{(1 + i)^n} \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

PV: Valor presente;

FV: Valor futuro;

1: Constante;

i: Taxa mínima de atratividade

n: Período

Desta forma, o valor futuro é o saldo de caixa por período (R\$ 44.685,67), dividido por 1 somando a taxa mínima de atratividade (0,590) elevado ao período 1, como mostra a equação 5. Este cálculo será repetido pelos próximos 24 períodos.

$$PV = \frac{44.685,67}{(1 + 0,590)^1} = R\$ 44.423,57 \quad \text{Eq. (5)}$$

Para finalizar a montagem do fluxo de caixa, foi calculado o VPL do projeto em cada período. Para realização do cálculo, foi utilizado o valor do investimento R\$ 92.050,38 e diminuído pelo saldo de caixa descontado pós investimento no mês 1 R\$ 44.423,57, resultando em -R\$ 47.626,81. Para calcular o valor presente líquido no mês 2, foi pego o VPL do projeto no mês 1, - R\$ 47.626,81 e diminuído pelo saldo de caixa no mês 2 R\$ 44.163,01, resultando no valor de –R\$ 3.463,80. Esse procedimento foi repetido para o restante dos meses.

Para encontrar o valor total do VPL, verificou-se o valor do VPL projetado em período no vigésimo quarto mês do fluxo de caixa que é R\$ 905.200,49. Para encontrar a TIR, foi utilizado a função TIR do Excel e selecionado o valor do investimento R\$ 92.050,38 e todos os valores do saldo do caixa por período, cujo o resultado foi de 49%. Por fim, para encontrar o período do *payback* descontado, foi verificado no fluxo de caixa o momento em que o valor

do VPL projetado deixou de ser negativo e passou a ser positivo, este fato ocorreu no terceiro mês.

4.3 Discussão de resultados

Observando os resultados obtidos com o estudo de viabilidade econômica, foi possível verificar que a proposta de substituição do equipamento atual, uma esteira, por um novo equipamento, uma calha vibratória, é viável. Na tabela 5, estão apresentados os indicadores financeiros, sendo eles: VPL, TIR e *payback* descontado.

Segundo Motta *et al.* (2009), só será viável investir em um projeto, se o VPL for superior a zero, e conforme a tabela 5, as expectativas foram superadas, pois de acordo com o investimento inicial e os fluxos de caixa dos 24 meses obteve-se um VPL de R\$ 905.200,49. Na TIR obteve-se o valor de 49% a.m, e havia sido determinado que a TMA seria de 0,59% a.m, sendo assim, o investimento é economicamente atrativo tendo em vista que a TIR é superior ao TMA.

Quanto ao índice de *payback* descontado, Ryba, Lenzi e Lenzi (2016) afirma que, quanto maior for o tempo para se ter o retorno do investimento realizado, maior será a exposição ao risco do projeto não oferecer rentabilidade. Neste estudo, o índice de *payback* descontado obteve um prazo de 3 meses para retorno financeiro do investimento.

Para melhor entendimento dos resultados deste estudo, estão apresentados nos gráficos das figuras 2 e 3 as informações financeiras ao longo do período de 24 meses.

Figura 2 - Fluxo de caixa acumulado desconsiderando taxa de juros

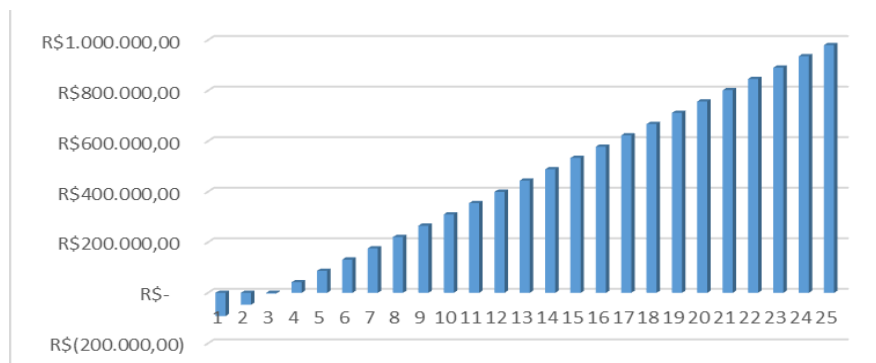
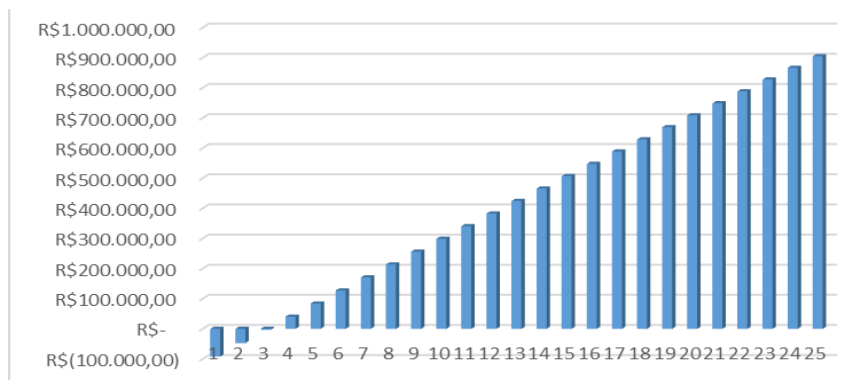


Figura 3 - VPL do projeto em cada período



Ao realizar um comparativo entre os dois gráficos é possível evidenciar que, tanto o fluxo de caixa acumulado desconsiderando taxa de juros, quanto o VPL do projeto em cada período, o tempo de retorno de investimento é similar, este sendo em 3 meses. Esta similaridade ocorreu, devido à pouca variação financeira ao longo do tempo deste estudo.

5. Conclusão

A partir deste estudo, foi possível perceber a importância na realização de uma análise de viabilidade econômica, para a efetivação ou não de um investimento financeiro. É de extrema importância para tomada de decisão identificar os benefícios do projeto com o intuito de verificar se as expectativas do investidor serão atendidas.

Com base nos resultados expostos é possível verificar a viabilidade econômica de substituição do equipamento atual, uma esteira, por um novo equipamento, uma calha vibratória, sendo que o VPL encontrado foi de R\$ 905.200,49 no período de 24 meses. Além disso, também foi possível verificar a TIR do projeto de 49% a.m., superando a TMA que foi definida em 0,59% a.m. Também foi verificado através do *payback* descontado que o tempo de recuperação do investimento será de 3 meses.

Os resultados encontrados no presente estudo, serão repassados ao supervisor de manutenção da empresa. A avaliação da proposta ficará a critério desse profissional, em conjunto com o gerente de manutenção e do diretor industrial.

Como sugestão de pesquisas futuras, pode-se realizar o estudo de viabilidade técnica deste mesmo equipamento antes da compra, reduzindo assim os riscos inerentes ao projeto. Além

disso, pode-se também verificar em outras unidades da empresa, se existem processos produtivos com equipamentos que possam estar apresentando problemas similares.

REFERÊNCIAS

- BAZZI, Samir. **Contabilidade intermediária**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CASARIN, H. C. S.; CASARIN, S. J. **Pesquisa Científica: da teoria à prática**. 1. Ed. Paraná: Intersaberes, 2012
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- FERREIRA, Marcelo. **Engenharia econômica descomplicada**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2017.
- HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- HUMMEL, P. R.; TASCHNER, M. **Análise e decisão sobre investimentos e financiamentos: engenharia econômica: teoria e prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- MACHADO, R.; FRANCISCO, A. C. Melhoria contínua como ferramenta para o aumento da competitividade organizacional: um estudo de caso no setor metal metalúrgico. In: XII Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais... SIMPEP**: Bauru, 2005.
- MASCARENHAS, Sidnei Augusto. **Metodologia científica**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- MOTTA, R. R. et al. **Engenharia econômica e finanças**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- PALHARES, R. A.; PALHARES, R. A.; ARAUJO, P. A. S.; AZEVEDO NETO, E. S. Análise da viabilidade econômico-financeira em investimento na ampliação da capacidade produtiva em fábrica de poupa de frutas. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais... ENEGEP**: João Pessoa, 2016.
- PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. **Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos**. São Paulo: Thomson, 2003.
- RYBA, A.; LENZI, E.; LENZI, M. **Elementos de engenharia econômica**. 2. ed. Curitiba: InterSaberes, 2016.
- SANTOS, Antonio Raimundo dos. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- SAMANEZ, Carlos Patrício. **Engenharia econômica**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- SAMANEZ, Carlos Patrício. **Gestão de investimentos e geração de valor**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- SILVEIRA, Karla Silva; HIKICHI, Suzana Eda; SALGADO, Eduardo Gomes. Utilização do AHP para priorização das práticas de TQM na indústria farmacêutica. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 524-549, jun. 2016.
- TORRES, Oswaldo Fadigas Fontes. **Fundamentos da engenharia econômica e da análise de projetos**. São Paulo: Thomson, 2006.

